



TITLE:

$\text{Sr}_x\text{Ca}_{14-x}\text{Cu}_{24}\text{O}_{41}$ 角度
分解光電子分光: ドーピング依存性
(第42回 物性若手夏の学校(1997年
度))

AUTHOR(S):

佐藤, 宇史; 横谷, 尚睦; 高橋, 隆; 五嶋, 潤治; 藤野, 裕
一; 永田, 貴志; 上原, 政智; 秋光, 純

CITATION:

佐藤, 宇史 ...[et al]. $\text{Sr}_x\text{Ca}_{14-x}\text{Cu}_{24}\text{O}_{41}$ 角度分解光電子分光: ドーピング依存性(第42回 物性若手夏の学校(1997年度)). 物性研究 1997, 69(3): 574-574

ISSUE DATE:

1997-12-20

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/96186>

RIGHT:

1次元銅酸化物 Sr_2CuO_3 の角度分解光電子分光東北大学院、東大物性研^A 藤澤英樹、横谷尚陸、高橋隆、宮坂茂樹^A、木船雅也^A、高木英典^AAngle-resolved photoemission study of one dimensional cuprate Sr_2CuO_3 Tohoku Univ., ISSP^A H. Fujisawa, T. Yokoya, T. Takahashi, S. Miyasaka^A, M. Kifune^A, H. Takagi^A

1次元電子系における「スピンと電荷の分離」を実験的に直接観測するため、1本のCu-O鎖から構成される1次元銅酸化物 Sr_2CuO_3 の角度分解光電子分光を行った。

光電子分光測定のための清浄試料表面は超高真空中(5.0×10^{-11} Torr)で劈開することで得た。本物質は強い絶縁体であるので、 SrCuO_2 の測定^{1,3)}の場合のように、試料の帯電効果(Charge-up effect)が懸念されたが、励起光量を調整することでこれを克服した。

図1にフェルミ準位(E_F)近傍の角度分解光電子スペクトルから決定した「エネルギーバンド」を示す。測定方向はCu-O鎖方向である。濃い部分がバンドに対応する。ブリルアンゾーンの0から $\pi/2$ で2本の分散するバンドが存在し、それぞれ、 $\pi/2$ で最低結合エネルギー0.85eVに達する。大きく分散するバンドは $\pi/2$ で対称的になっているが、小さく分散するバンドは $\pi/2$ から π で消滅しているのが分かる。バンド幅はそれぞれ、1eVと0.2-0.25eVと見積もった。

これらの実験結果は $U \rightarrow \infty$ 1次元ハバードモデル²⁾および t -Jモデル³⁾の結果と良く一致することから、この2本のバンドは「スピンと電荷の分離」の結果生じた、「スピノン」、「ホロン」に帰属できる。

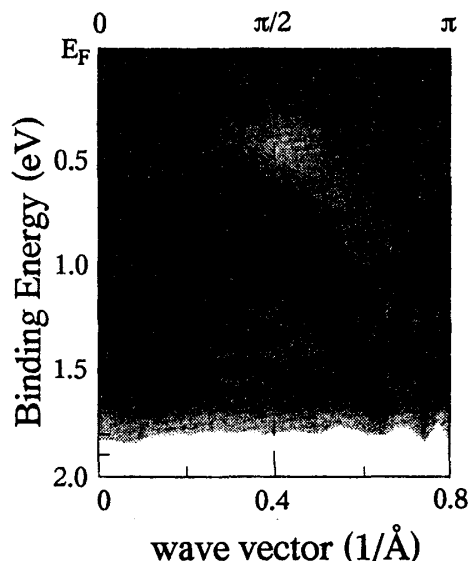


図1 Cu-O鎖方向の角度分解光電子スペクトルから決定した「エネルギーバンド」

- 1) 高橋隆他、日本物理学会 1996年秋の分科会概要集第3分冊、p487.
- 2) S.Sorella et al., J. Phys.: Condens.Matter 4, 3589 (1992).
- 3) C. Kim. et al., Phys. Rev. Lett. 77, 4054 (1996).

 $\text{Sr}_x\text{Ca}_{14-x}\text{Cu}_{24}\text{O}_{41}$ の角度分解光電子分光;ドーピング依存性東北大学院理、青山学院大理^A佐藤宇史、横谷尚陸、高橋隆、五嶋潤治^A、藤野裕一^A、永田貴志^A、上原政智^A、秋光純^A

$\text{Sr}_x\text{Ca}_{14-x}\text{Cu}_{24}\text{O}_{41}$ は、二本足ラダーとともに CuO_2 チェーンを含む物質である(図1)。 $x=0$ では、Cuの平均価数が2.25となり、すでにホールがドーピングされているにも関わらず半導体的な伝導性を示す。しかしSrを価数の同じCaで置換することにより伝導性が増加し、 $x \sim 14$ で、高圧下において超伝導体となる。この超伝導の機構を解明するためには、(1)セルフドーピングされたホールがどこにいるのか?(2)Ca置換の役割は何か?(3)この超伝導は、ラダーとチェーンのどちらでおこるのか?、を理解することが不可欠である。これらの問題を研究するため、 $\text{Sr}_x\text{Ca}_{14-x}\text{Cu}_{24}\text{O}_{41}$ の x を変化させた単結晶試料について高分解能角度分解光電子分光を行い、フェルミ準位近傍の電子状態の変化を調べた。試料はTSFZ法を用いて作製し、実験は、東北大学において建設された高分解能角度分解光電子分光装置を用いた。(エネルギー分解能50meV, 角度分解能 $\pm 1^\circ$, 測定温度130K, 励起光He I (21.2eV), 測定時の真空度 5×10^{-9} Torr)

図2に、実験から得た $x=0, 6$ の組成におけるフェルミ準位近傍のバンド分散を示す。この図は、得られた光電子スペクトルの二階微分をとり、その強度を密度プロットすることによって作成した。色の濃い部分がバンドの存在する部分に対応している。 $x=0$ の試料では、フェルミ準位付近に比較的大きな分散を持つバンド、それより高結合エネルギー側にほとんど分散の無いバンドが観測された(図2-a)。前者のバンドはラダーの周期性を持ち、ラダーのブリルアンゾーンの中点 $k_a \pm \pi/2, \pm 3\pi/2$ で最小の結合エネルギーをとる。このことは、フェルミ準位近傍の電子状態がラダーに起因することを示すとともに、モットハバードギャップが開いていることを示唆している。この結果は、ラダー上のCuの価数が元来2価であり、セルフドーピングされたホールはチェーンに存在することを示唆する。また、 $x=6$ の試料では、Ca置換量を増すと連れて、ラダー起源のバンドがフェルミ準位に近づく事がわかる(図2-b)。

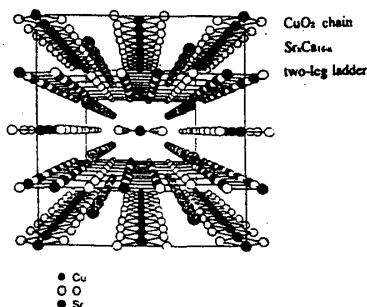


図1 $\text{Sr}_x\text{Ca}_{14-x}\text{Cu}_{24}\text{O}_{41}$ の結晶構造

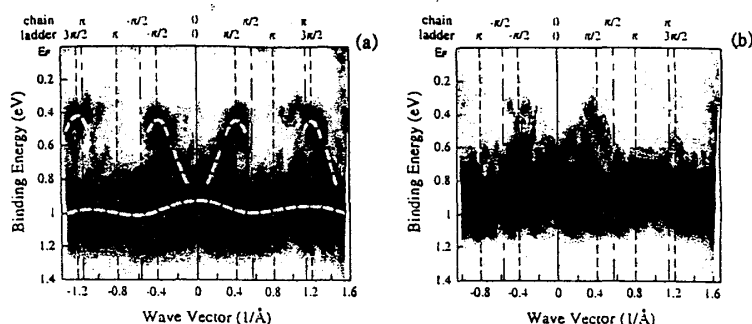


図2 実験から得られた $\text{Sr}_x\text{Ca}_{14-x}\text{Cu}_{24}\text{O}_{41}$ ($x=0, 6$)のバンド分散(図中の黒い部分)チェーンとラダーのブリルアンゾーンの周期($k_a=0, \pi/2, \pi, \dots$)を破線で示した。